

Remote AFIS: Entwicklung und Validierung kostengünstiger Remote Tower-Konzepte für unkontrollierte Flugplätze

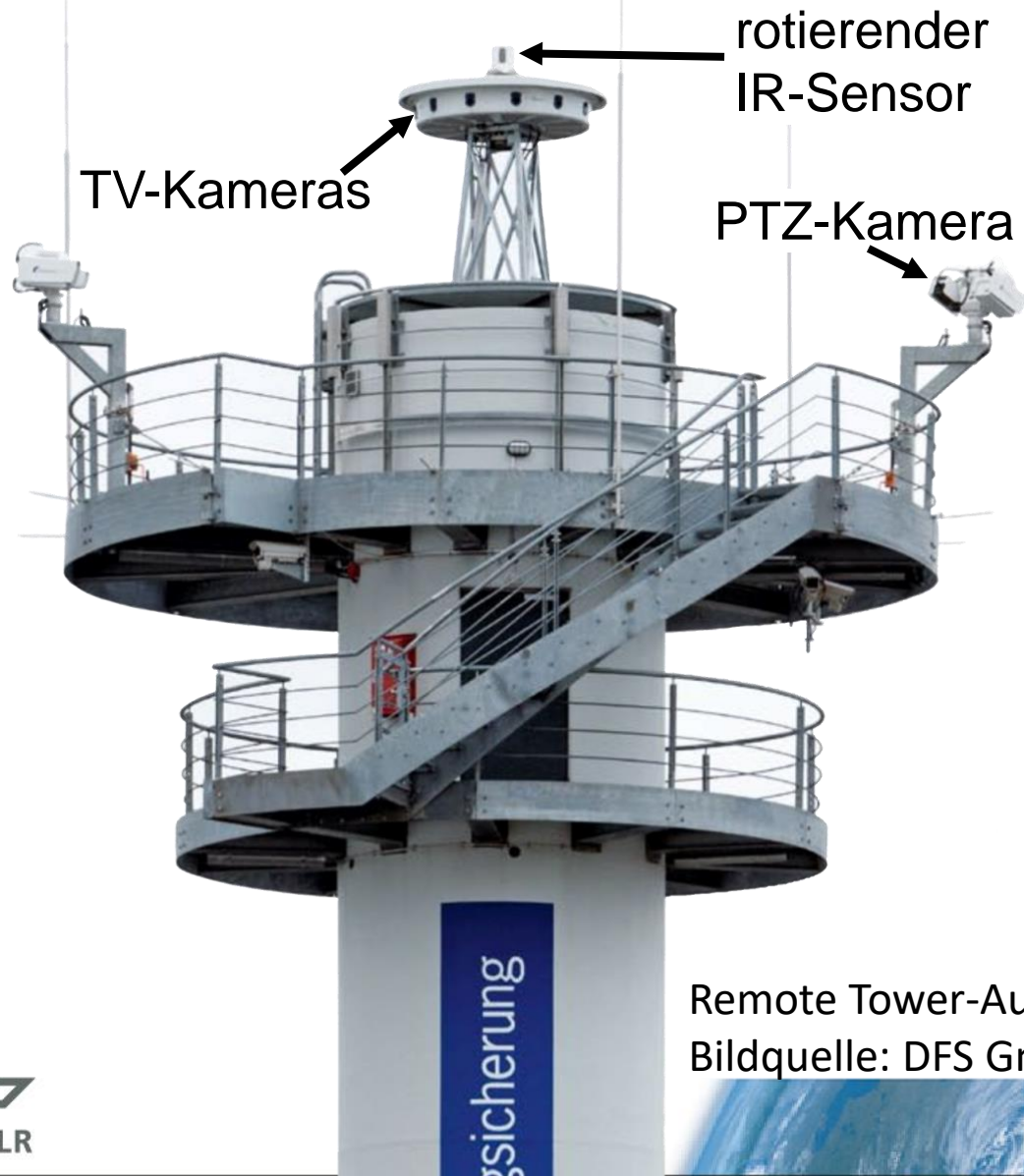
Fabian Reuschling
Jörn Jakobi
DLR



Wissen für Morgen



Remote Tower

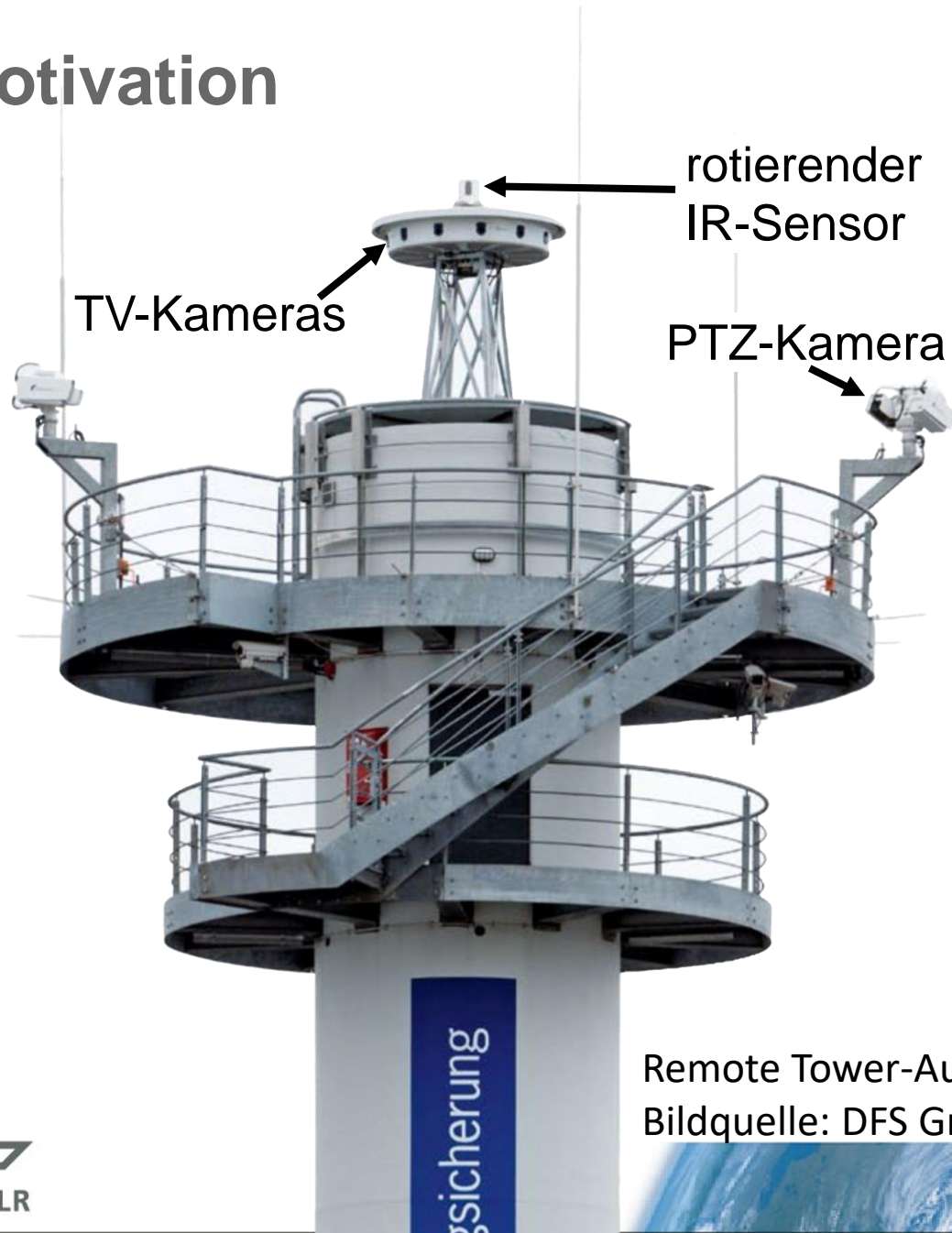


Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken und Lotsenarbeitsplatz in Leipzig
Bildquelle: DFS GmbH

Motivation der Remote AFIS-Lösung



Motivation



- Flugplätze mit geringeren Umsätzen können sich keinen Remote Tower leisten

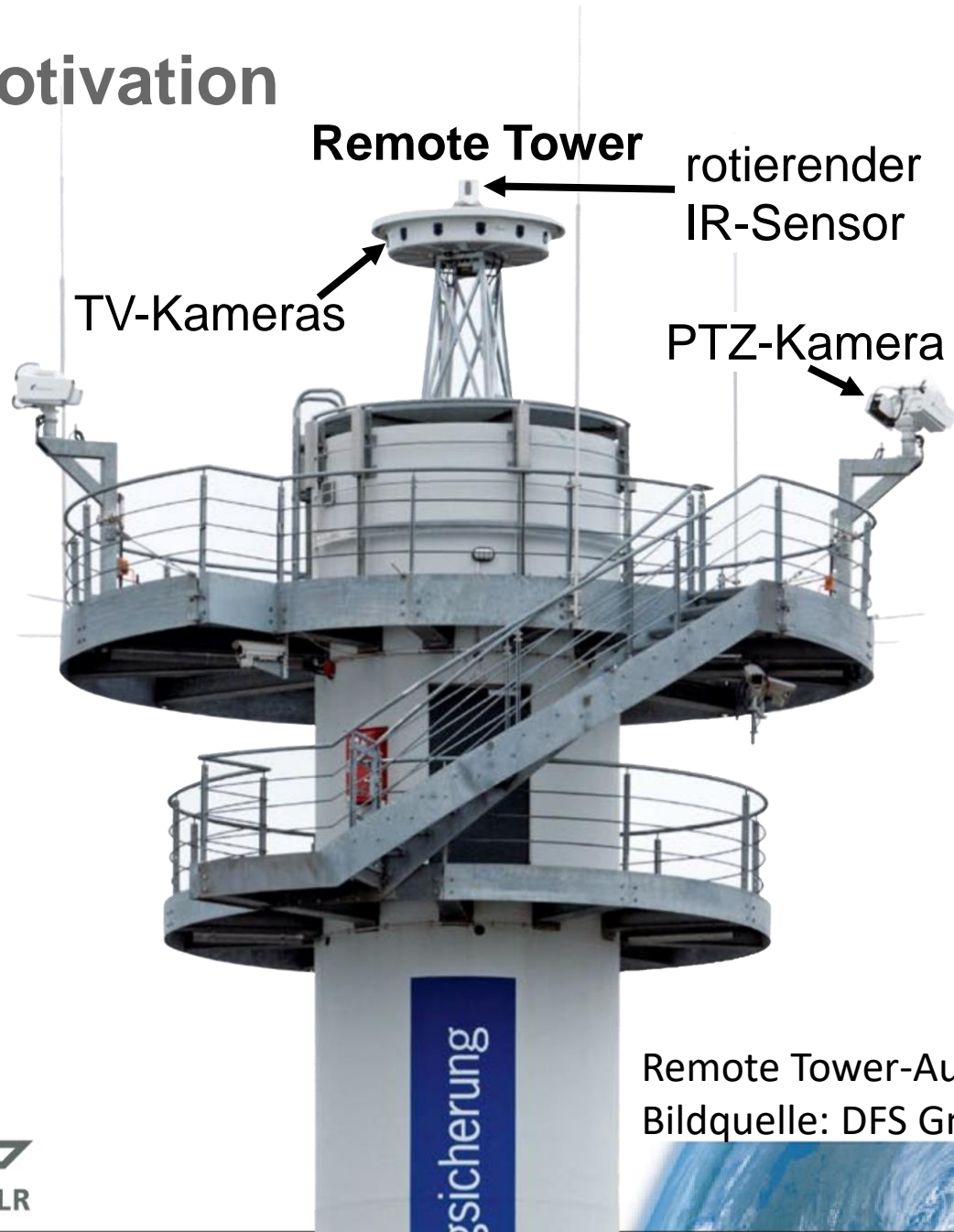
aber

- Tendenziell weniger Verkehr
- weniger kommerzieller Luftverkehr, weniger IFR Betrieb
- ANS-Level meist niedriger (AFIS oder UNICOM)

➔ weniger umfangreiche RT Aufbauten
möglicherweise ausreichend



Motivation

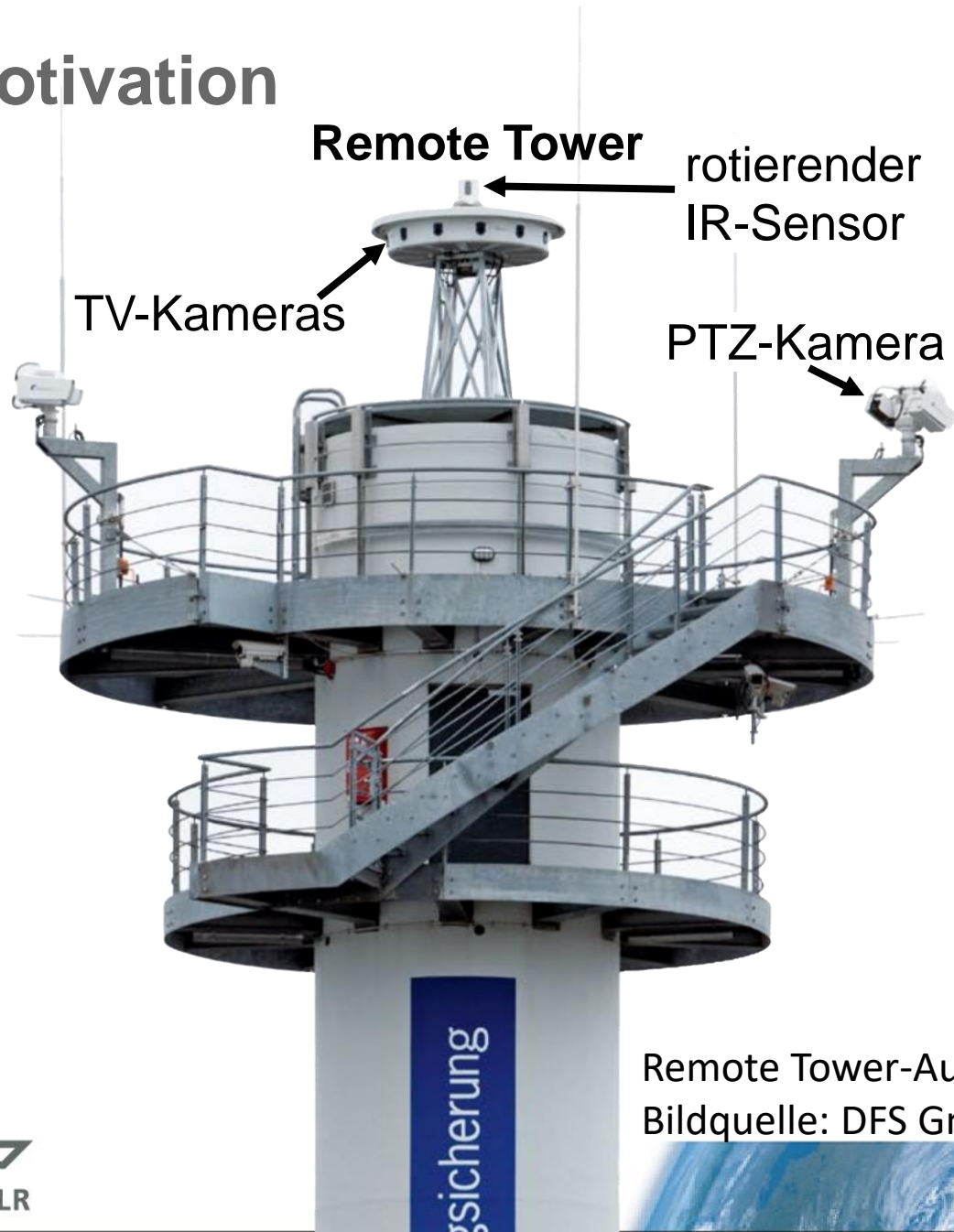


Remote AFIS



Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken
Bildquelle: DFS GmbH

Motivation



Remote AFIS



Remote Tower-Aufbau in Saarbrücken
Bildquelle: DFS GmbH

Forschungsfragen

Ist eine kostengünstige Remote Tower-Lösung mit einer PTZ-Kamera als Kernstück machbar?

und

Eignet sich eine Virtual Reality-Brille als Anzeige- und Kontrollelement?



Konzepte der Remote AFIS-Lösung



Konzepte

Konzept 1 (Panorama + PTZ)



Eingeblendeter
Videostream
der PTZ-Kamera

Ausschnitt des Videostreams
der Panorama-Kamera

Konzept 2 (PTZ)



Videostream
der PTZ-Kamera



Konzepte

Konzept 1 (Panorama + PTZ)



Eingeblendeter
Videostream
der PTZ-Kamera

Ausschnitt des Videostreams
der Panorama-Kamera

Konzept 2 (PTZ)



Videostream
der PTZ-Kamera

Vergleichskonzept

Videostream
der PTZ-Kamera



Videostream
der Panorama-Kamera



Funktionsnachweis der Remote AFIS-Lösung



Funktionsnachweis



Funktionsnachweis



Bewertungsgrundlage

- Objektive Daten (Konzepte 1 und 2)
 - Aktuelle Bildrate
 - Nutzungszeit
 - Winkelgeschwindigkeit der VR-Brille
- Fragebögen
 - System Usability Scale
 - SHAPE Automation Trust Index
 - Simulator Sickness Questionnaire
 - Tailor-Made Fragen
 - Situationsbewusstsein
 - Maximal mögliche Arbeitszeit
 - Rangfolge der Konzepte
- Kommentare der Probanden



Funktionsnachweis



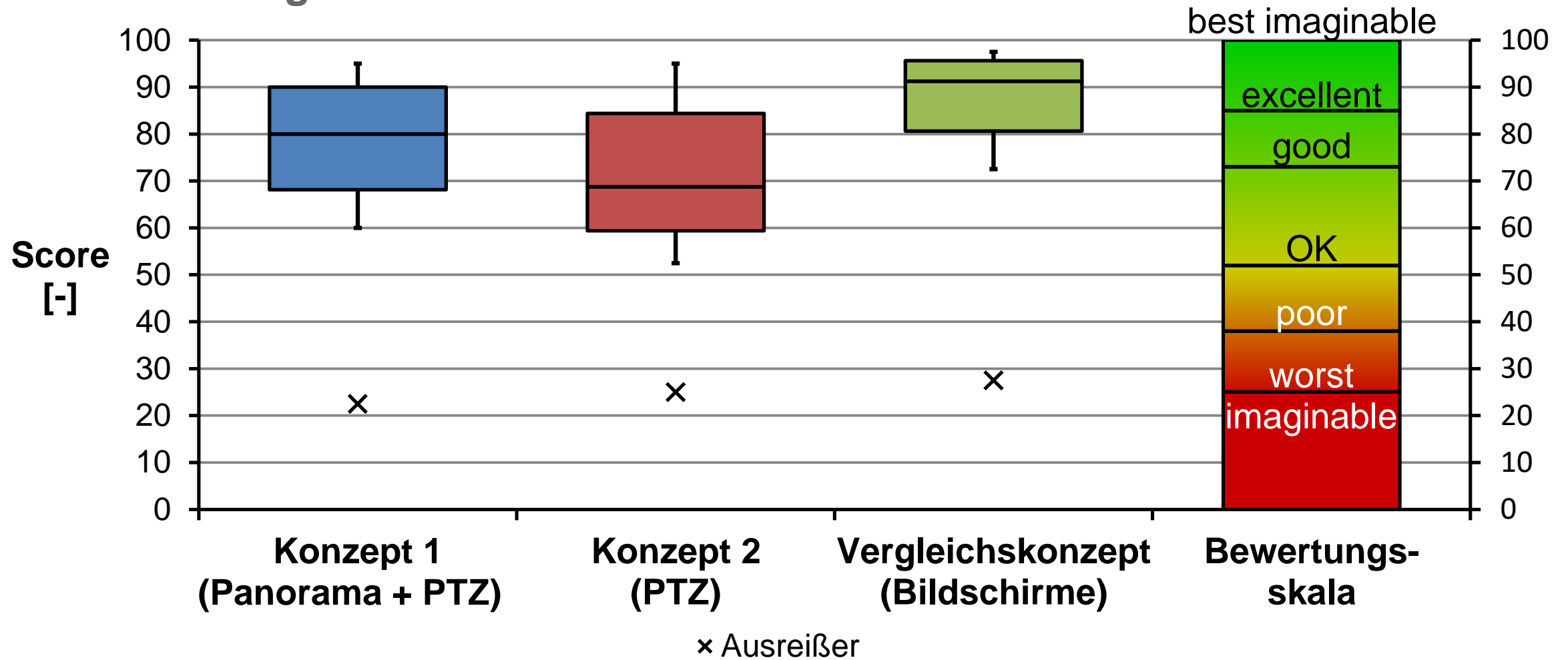
Bewertungsgrundlage

- Objektive Daten (Konzepte 1 und 2)
 - Aktuelle Bildrate
 - Nutzungszeit
 - Winkelgeschwindigkeit der VR-Brille
- Fragebögen
 - **System Usability Scale**
 - SHAPE Automation Trust Index
 - **Simulator Sickness Questionnaire**
 - Tailor-Made Fragen
 - Situationsbewusstsein
 - Maximal mögliche Arbeitszeit
 - **Rangfolge der Konzepte**
- Kommentare der Probanden



Ergebnisse

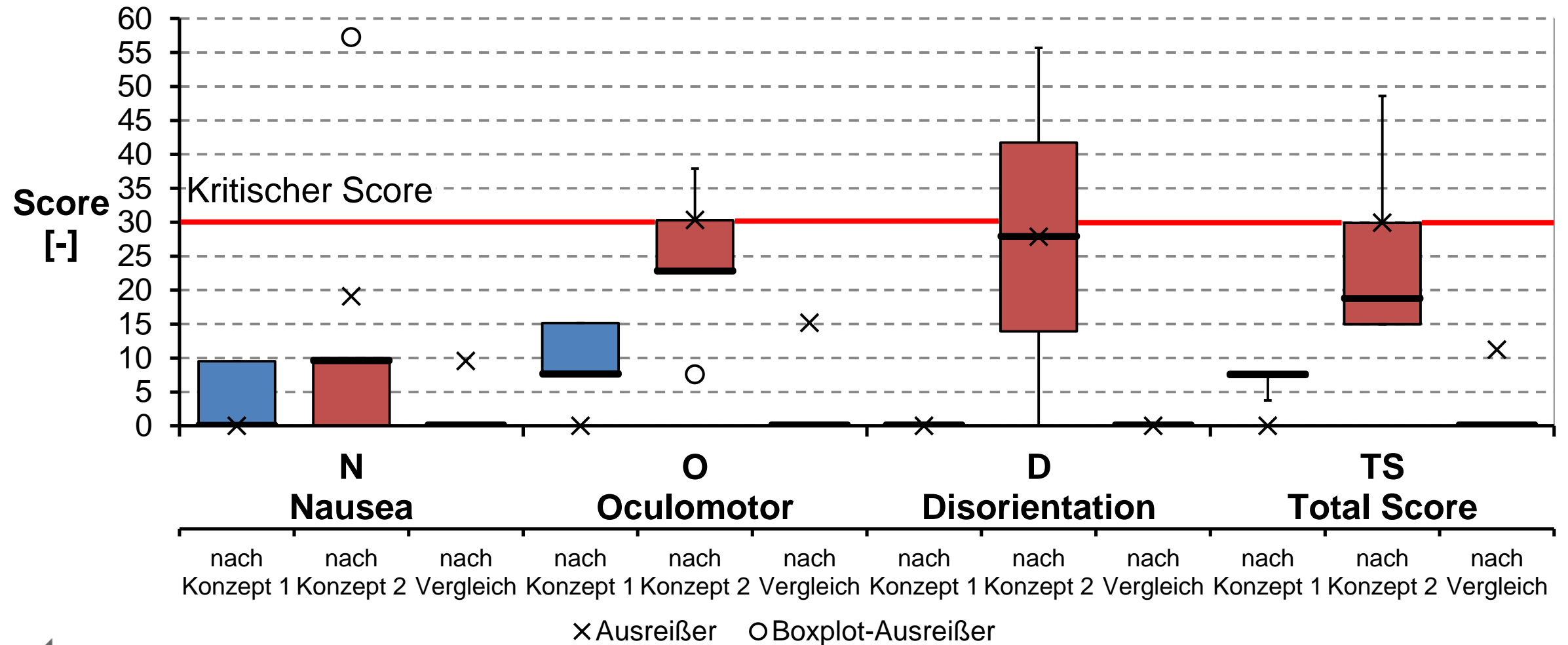
Gebrauchstauglichkeit



Bewertungsskala nach Bangor, Kortum und Miller, 2009

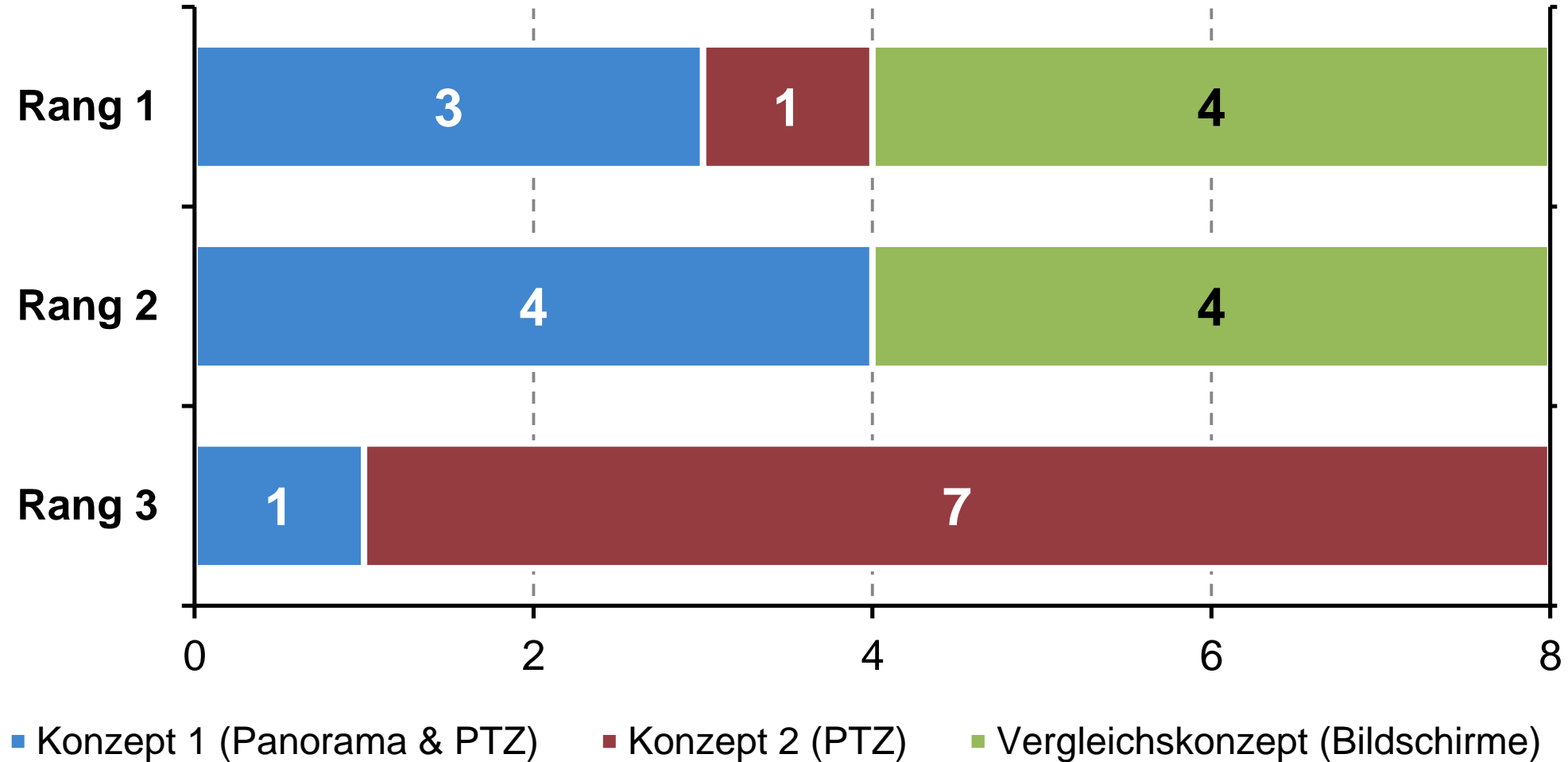
Ergebnisse

Simulatorkrankheit (Cybersickness)



Ergebnisse

Rangfolge



Bewertung der Remote AFIS-Lösung



Bewertung

Zusammenfassung

- insgesamt positives Feedback
- Prototypische Implementierung
- Konzept 1 (Panorama + PTZ) bevorzugt
 - hohe Gebrauchstauglichkeit
 - kaum Nebeneffekte
 - verzögerungsfreie Bewegung
- viele Vorschläge für Änderungen/Verbesserungen



Bewertung

Zusammenfassung

- insgesamt positives Feedback
- Prototypische Implementierung
- Konzept 1 (Panorama + PTZ) bevorzugt
 - hohe Gebrauchstauglichkeit
 - kaum Nebeneffekte
 - verzögerungsfreie Bewegung

Forschungsfragen:

- Ist eine kostengünstige Remote Tower-Lösung mit einer PTZ-Kamera als Kernstück machbar?

Eignet sich eine Virtual Reality-Brille als Anzeige- und Kontrollelement?



Bewertung Systemkosten



PTZ-Kamera

3.500 €

Panorama-Kamera

1.500 €

VR-Brille

1.200 €

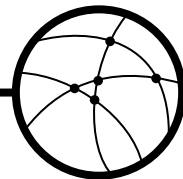
Computer

ca. 2.000 €



Standleitung

ca. 17 Mbit/s
(4G möglich)



Gesamtkosten: ca. 10.000 €

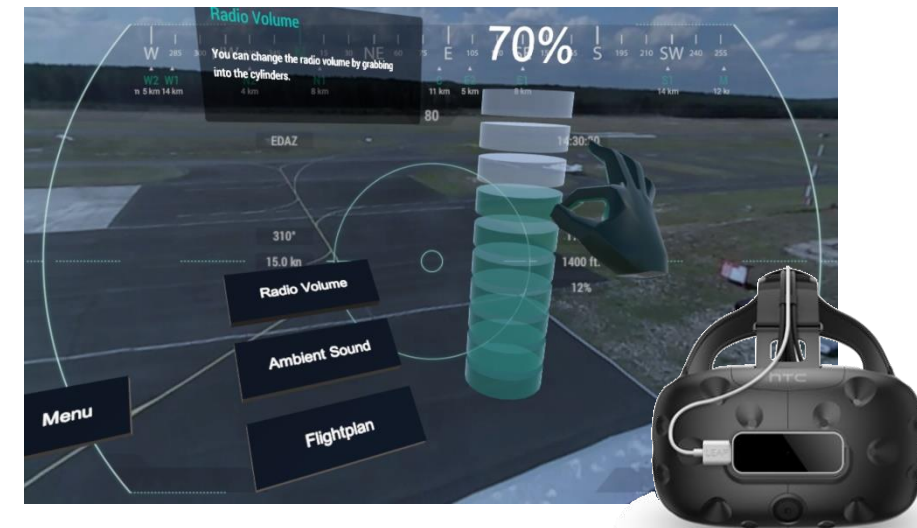
+ Standleitung
+ evtl. Software
+ sonstiges

Ausblick



- Verbesserung der Implementierung
- Berücksichtigung der Vorschläge
- Erweiterung der Funktionalität

- Zusammenführung mit Interaktionskonzepten
- Bewertung unterschiedlicher Wetterbedingungen und besonderer Situationen
- Validierung im operationellen Testbetrieb (geplant)



Demonstration (Video)

Remote AFIS Kurzdemo



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fabian Reuschling

fabian.reuschling@dlr.de

+49 531 295-3606

Jörn Jakobi

joern.jakobi@dlr.de

+49 531 295-2536



Wissen für Morgen

